

明 細 書

偏光素子および偏光素子を含む光学系

5 技術分野

本発明は、偏光素子、特に二波長に使用することのできる偏光素子および偏光素子を含む光学系に関する。さらに詳細に、光ピックアップ系において、デジタルバーサタルディスク（DVD）用波長およびコンパクト・ディスク（CD）用波長に使用することのできる偏光ビームスプリッタおよび偏光ビームスプリッタを含む光学系に関する。

背景技術

従来の格子素子技術では、半導体レーザーの一波長に対して偏光制御による分離を行っていた。たとえば、特開 2002-90534 号公報（第 17 段落、図 1 他）を参照することができる。つまり、TE 偏光と TM 偏光の 2 つのモードで、TE 偏光時は反射し、TM 偏光時は透過させていた。しかし、二つの異なる半導体レーザーの波長に使用することはできなかった。

また、SiO₂ 基板に Si と SiO₂ を交互に積層させて全体 5 層の矩形山を形成させて、任意の入射角度および動作波長に対して、偏光制御を行う装置も提案されている。たとえば、Tyan et al., "Design, fabrication, and characterization of form-birefringent multilayer polarizing beam splitter", Vol. 14, No. 7/July 1997/J. Opt. Soc. Am. A を参照することができる。また、特開 2001-51122 号は、第 1 ブラッグ条件より短い周期ごとに繰り返しつつ z 軸方向に層状に積層する構造によって、入射光に位相を与えて偏波を分離する偏光ビームスプリッタを開示している。しかし、このような装置を現実的に作製するのは、困難である。また、作製しても、工程が複雑であり、高コストである。

ここで、回折格子による偏光分離の原理について説明する。図 1 に示すように、屈折率が n₁ の媒質から n₂ の媒質に光が進む。境界には、周期 Λ の格子が形成されている。

光には TE 偏光（s 偏光）、TM 偏光（p 偏光）と呼ばれる偏光がある。回折格子に光が入射する場合に、格子の溝に対して電界が平行に振動する方向の偏光を TE 偏光と呼び、電界が垂直に（磁界が平行に）振動する方向の偏光を TM 偏光と呼ぶ。

回折格子が波長 λ に対し、入射角度 θ_0 、周期 Λ を用いて

$$\Lambda \cos \theta_0 < \lambda \quad (1)$$

の条件が満たされたとき、その回折格子構造は、光にとって有効屈折率 n_{eff} で表される薄膜構造内を進行しているように認識される。このとき有効屈折率 n_{eff} は、入射光の偏光方向によって異なり、第1次近似では次式で書き表される。

5

$$\text{TE偏光} : n_{\text{TE}} = \sqrt{(1-f)n_1^2 + fn_2^2} \quad (2)$$

$$\text{TM偏光} : n_{\text{TM}} = \sqrt{fn_1^2 + (1-f)n_2^2} \quad (3)$$

- 10 ただし f は周期 Λ に対する図 1 における山側部分の比を表す。上式から f が 0, 1 以外では、各々の偏光に対する有効屈折率の値が異なっていることがわかる。

- 15 各々の偏光状態による有効屈折率の違いの物理的意味は、光の波長よりも極めて小さい構造体を光が通過する際、構造体は散乱などを生じさせる遮蔽物として捉えられる。結果として遮蔽物を通過するのにエネルギー損失が生じ、その影響が有効屈折率として現われていると考えることができる。

- 20 この条件の下で各々の偏光成分における有効屈折率 $n_{\text{eff}} = n_{\text{TE}}$ または $n_{\text{eff}} = n_{\text{TM}}$ (ただし $n_{\text{TE}} \neq n_{\text{TM}}$) のいずれかが、異なる媒質を進行する光の屈折の関係式 (Snell の式) から変形される式

$$n_1 \sin \theta_0 \geq n_{\text{eff}} \quad (4)$$

- 25 を満たすと、その偏光方向をもつ入射光は有効屈折率 n_{eff} のもつ薄膜層を通過できなくなる。この状態は図 1 において、有効屈折率 n_{eff} のもつ薄膜層での屈折角度 θ_1 がほぼ 90° に達しており、 n_2 側への層に光が移動できない状態に相当する。結果的に、入射したエネルギーの発散先として、反射光が生じることとなる。

以上、いずれか一方の偏光方向の光が格子構造から認識される有効屈折率 n_{eff} の効果によって (4) 式が成立すると、微小周期による偏光素子が実現することになる。

- 30 上述のように、格子部において周期を波長以下に設定することにより、電磁波として表される光は進行に伴って、回折波が生じないため、波の重ね合わせとして表現される回折効果として認識されなくなる。波の進行に対して格子部は屈折率変化の対象としてみなされ、電磁波に与える効果は仮想的な屈折率をもつ材質内での進行と同等の性質を与える。

この結果、特定の波長帯域において薄膜層と同様の効果をもたらす。格子部を仮想的な屈折率をもつ材質と仮定する手法は有効屈折率法と呼ばれている。たとえば、非特許文献2には格子形状から有効屈折率を求めるための式が記述されている。有効屈折率層は格子部の周期に対する山部の比によって有効屈折率の値が決定される。矩形型凹凸形状の格子部もまた特定の波長帯域に依存し、その設計は矩形型凹凸形状の比と高さにより決まる。たとえば、Journal of Optical Society of America A Vol.13 No.5の988ページやApplied Optics Vol.36 No.34の8935ページなどに開示されているように、波長帯域を広げるために、高さ方向に対して三角形型の格子にすることによって、連続的に有効屈折率を変化させることができる。この操作により連続的に変化を与える多数の薄膜層の重ね合わせた効果と同様の性能をもたせることができる。

しかし、所定の波長領域の二波長に対して使用することのできる、簡単な構造の偏光素子は開発されていない。

発明の開示

このように、所定の波長領域の二波長に対して使用することのできる、簡単な構造の偏光素子に対する大きなニーズが存在する。

本発明による偏光素子は、基板に断面が矩形状の、一定周期 Λ の格子パターンを形成し、当該格子パターン上に基板に比べて屈折率の高い膜を付着させた2層構造からなる。波長を λ 、格子面に対する入射角度を、 θ_0 として $\Lambda \cos \theta_0 < \lambda$ であり、TE偏光の0次回折光の反射効率が所定の値（0.8）以上であり、TM偏光の0次回折光の透過効率が所定の値（0.8）以上であるように格子周期、格子高さおよび膜厚を定めている。

本発明による偏光素子は、基板に断面が三角形状の、一定周期 Λ の格子パターンを形成し、当該格子パターン上に基板に比べて屈折率の高い膜を付着させた2層構造からなる。波長を λ 、格子面に対する入射角度を、 θ_0 として $\Lambda \cos \theta_0 < \lambda$ であり、TE偏光およびTM偏光の一方の0次回折光の反射効率が所定の値（0.7）以上であり、TE偏光およびTM偏光の他方の0次回折光の透過効率が所定の値（0.7）以上であるように格子周期、格子高さおよび膜厚を定めている。

本発明による偏光素子は、基板に断面が三角形状の、一定周期 Λ の格子パターンを形成し、当該格子パターン上に基板に比べて屈折率の高い膜を付着させた2層構造からなる。第1の波長 λ_1 および第2の波長 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ の関係を満たす場合に、格子面に対する入射角度を、 θ_0 として $\Lambda \cos \theta_0 < \lambda_1$ である。第1の波長 λ_1 に対して、TE偏光の0次回折光の反射効率が所定の値（0.7）以上であり、TM偏光の0次回折光の透

過効率が所定の値（0.7）以上であり、第2の波長 λ_2 に対して、TE偏光の0次回折光の透過効率が所定の値（0.7）以上であり、TM偏光の0次回折光の反射効率が所定の値（0.7）以上であるように格子周期、格子高さおよび膜厚を定めている。

- 5 あるいは、第1の波長 λ_1 に対して、TE偏光の0次回折光の反射効率が所定の値（0.7）以上であり、TM偏光の0次回折光の透過効率が所定の値（0.7）以上であり、第2の波長 λ_2 に対して、TE偏光の0次回折光の反射効率が所定の値（0.7）以上であり、TM偏光の0次回折光の透過効率が所定の値（0.7）以上であるように格子周期、格子高さおよび膜厚を
10 定めている。

- したがって、本発明による偏光素子は、基板の格子による多数の有効屈折率層と膜の格子による多数の有効屈折率層に近似でき、第1および第2の波長に対して偏光特性を有する。また、基板上に1層の膜を付着させた簡単な構造であり、製造方法が簡単であり、製造コストも低く
15 低価額である。さらに、コンパクトな構造であり、装置の小型化が実現できる。

本発明の実施形態による偏光素子は、基板が合成樹脂から構成されている。

- 本発明の実施形態による偏光素子は、基板がアクリルまたはポリオレフィンなどの透明樹脂から構成されている。
20

したがって、本発明の実施形態による偏光素子は、低価額である。

本発明の実施形態による偏光素子は、基板の格子パターンが金型からの転写によって形成される。

- したがって、本発明の実施形態による偏光素子は、製造方法が簡単であり、製造コストも低く低価額である。
25

本発明の実施形態による偏光素子は、膜が蒸着膜である。

したがって、基板上に1層の蒸着を行えばよいので製造方法が簡単である。

- 本発明の実施形態による偏光素子は、蒸着膜が TiO_2 など基板の屈折率より高い屈折率の材料からなる。蒸着膜が TiO_2 の場合には、樹脂との付着性が高い。
30

本発明の実施形態による偏光素子は、蒸着膜の厚みが0.3マイクロメートルよりも小さい。

- 本発明の実施形態による偏光素子は、格子高さが格子周期よりも小さい。
35

本発明の実施形態による偏光素子は、第1の波長がデジタルバーサタイルディスク用波長で有り、第2の波長がコンパクト・ディスク用波長で

ある。

したがって、デジタルバーサタルドискおよびコンパクト・ディスク両用の光ピックアップシステムに使用することができる。

5 本発明の光学系は、第1の波長の光源と、第2の波長の光源と、偏光素子とを含む。偏光素子は、いずれかの波長の光源からの光を、ディスクに到達するように反射させ、ディスクに反射された戻りの光を透過させるように構成される。

10 本発明の光学系は、第1の波長の光源と、第2の波長の光源と、請偏光素子とを含む。偏光素子は、第1および第2の波長の光源からの光を、ディスクに到達するように反射させ、ディスクに反射された戻りの光を透過させるように構成される。

したがって、デジタルバーサタルドискおよびコンパクト・ディスク両用の光ピックアップシステムなどに使用することができる。

図面の簡単な説明

15 第1図は、回折格子による偏光分離の原理について説明する。

第2図は、本発明の2層三角形状格子の構造を示す。

第3図は、本発明の2層三角形状格子を示す。

第4図は、2層矩形状格子を示す。

20 第5図は、本発明の2層三角形状格子（数値実施例1）の回折効率を示す。

第6図は、本発明の2層三角形状格子（数値実施例1）の波長依存性を示す。

第7図は、本発明の2層三角形状格子（数値実施例1）の入射角依存性を示す。

25 第8図は、本発明の2層三角形状格子（数値実施例2）の回折効率を示す。

第9図は、本発明の2層三角形状格子（数値実施例2）の波長依存性を示す。

30 第10図は、本発明の2層三角形状格子（数値実施例2）の入射角依存性を示す。

第11図は、2層矩形状格子の構造を示す。

第12図は、2層矩形状格子の回折効率を示す。

第13図は、2層矩形状格子の波長依存性を示す。

第14図は、2層矩形状格子の入射角依存性を示す。

35 第15図は、本発明の数値実施例1または2の偏光ビームスプリッタを使用した光ピックアップシステムの構成を示す。

第16図は、本発明の数値実施例3の偏光ビームスプリッタを使用

した光ピックアップシステムの構成を示す。

発明を実施するための最良の形態

5 本発明の実施形態による二波長偏光ビームスプリッタは、基板に断面
が三角形の、一定周期 Λ の格子パターンを形成し、当該格子パターン
上に基板に比べて屈折率の高い膜を付着させた2層構造からなる。当該2
層構造を図2に示す。基板は樹脂であり、アクリルまたはポリオレフィ
ンであることが好ましい。基板上の格子パターンは、樹脂成形金型に形
成した微細形状を転写することで作成する。樹脂成形金型に形成してお
10 く微細形状は、レーザビーム加工装置により作成する。このように、転
写された、樹脂基板の格子パターン上に、高屈折率層としてTiO₂膜など
の樹脂よりも屈折率の高い膜を、たとえば蒸着によって成膜する。蒸着
による場合、製造上の制限から膜厚は $0.3\mu\text{m}$ よりも小さくなる。
なお、第1の波長 λ_1 および第2の波長 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ の関係を満た
15 す場合に、格子面に対する入射角度を、 θ_0 として、格子周期 Λ は、
 $\Lambda \cos \theta_0 < \lambda_1$ の関係を満たすように設定する。また、格子高さは、格
子周期よりも小さくなるように設定する。

以下では、第1の波長はDVD用波長($0.66\mu\text{m}$)、第2の波長として
CD用波長($0.785\mu\text{m}$)とする。

20 ここで、本発明の2層三角形格子(図3)について、2層矩形状格子
(図4)と比較して説明する。2層矩形状格子は、基板の格子による有
効屈折率層1および膜の格子による有効屈折率層2の2層の有効屈折率層
に近似できる。本発明の2層三角形格子は、基板の格子による n 層の
有効屈折率層と膜の格子による n' 層の有効屈折率層に近似できる。こ
25 のような構造により、2波長に対して変更特性を持たせることが可能と
なる。

具体的には、格子周期を調整することにより、TE偏光およびTM偏光の
波長依存特性を調整する。DVD用波長の反射または透過効率がいずれ
かの偏光でピークとなり、CD用波長の反射または透過効率がいずれか
30 の偏光でピークとなるようにする。また、樹脂高さと膜厚を調整してピ
ーク効率を調整する。

それぞれの波長について、一方の偏光で透過し(透過効率が一定値以
上)、他方の偏光で反射(反射効率が一定値以上)するようにすればよ
い。

35 以下において、数値実施例について説明する。

(数値実施例1)

本実施例の2層三角形格子の仕様を表1に示す。

表 1

pitch	0.8 μm	断面形状：三角形
樹脂高さ	0.2690476 μm	
蒸着膜厚	0.2959524 μm	
樹脂十膜	0.565 μm	

ここで樹脂高さとは、樹脂部分の格子高さである。

- 5 DVD用波長およびCD用波長の、偏光角度に対する回折効率（透過・反射効率）を図5に示す。偏光角度は、0度がTM偏光、90度がTE偏光である。格子面への入射角度は、45度である。また、TEモードおよびTMモードの波長依存特性を図6に示す。図6は、図5のTE偏光およびTM偏光の状態から、波長を変化させたものである。DVD用波長およびCD用波長の、入射角依存性を図7に示す。図7は、図5のTE偏光およびTM偏光の状態から、入射角を変化させたものである。

- 10 図5から明らかなように、DVD用波長のTE偏光は、80%以上反射され、DVD用波長のTM偏光は、70%以上透過される。また、CD用波長のTE偏光は、70%以上透過され、CD用波長のTM偏光は、80%以上反射される。このように、本実施例の2層三角形形状の格子は、DVD用波長およびCD用波長に対して偏光特性を有する。

(数値実施例2)

本実施例の2層三角形形状格子の仕様を表2に示す。

20 表 2

pitch	0.82 μm	断面形状：三角形
樹脂高さ	0.32 μm	
蒸着膜厚	0.24 μm	
樹脂十膜	0.56 μm	

ここで樹脂高さとは、樹脂部分の格子高さである。

- 25 DVD用波長およびCD用波長の、偏光角度に対する回折効率（透過・反射効率）を図8に示す。偏光角度は、0度がTM偏光、90度がTE偏光である。格子面への入射角度は45度である。また、TEモードおよびTMモードの波長依存特性を図9に示す。図9は、図8のTE偏光およびTM偏光の状態から、波長を変化させたものである。DVD用波長およびCD用波長の、入射角依存性を図10に示す。図10は、図8のTE偏光およびTM偏光の状態から、入射角を変化させたものである。

図 8 から明らかなように、DVD 用波長のTE偏光は、80%以上反射され、DVD 用波長のTM偏光は、70%以上透過される。また、CD 用波長のTE偏光は、80%以上反射され、CD 用波長のTM偏光は、80%以上透過される。このように、本実施例の2層三角形状の格子は、DVD 用波長およびCD 用波長に対して偏光特性を有する。

(数値実施例 3)

つぎに数値実施例 3 として、2層矩形状格子について説明する。2層矩形状格子の構造を図11に示す。

数値実施例 3 の2層矩形状格子の仕様を表3に示す。

表 3

pitch	0.75 μ m	断面形状：矩形
樹脂高さ	0.1 μ m	
蒸着膜厚	0.1 μ m	
樹脂十膜	0.2 μ m	

ここで樹脂高さとは、樹脂部分の格子高さである。

DVD 用波長およびCD 用波長の、偏光角度に対する回折効率（透過・反射効率）を図 1 2 に示す。格子面への入射角度は45度である。偏光角度は、0度がTM偏光、90度がTE偏光である。また、TEモードおよびTMモードの波長依存特性を図 1 3 に示す。図 1 3 は、図 1 2 のTE偏光およびTM偏光の状態から、波長を変化させたものである。DVD 用波長およびCD 用波長の、入射角依存性を図 1 4 に示す。図 1 4 は、図 1 2 のTE偏光およびTM偏光の状態から、入射角を変化させたものである。

図 1 2 から明らかなように、DVD 用波長のTE偏光は、80%以上反射され、DVD 用波長のTM偏光は、80%以上透過される。しかし、図 1 2 から明らかなように、CD 用波長に対しては偏光特性を有していない。

光ピックアップ光学系

本発明の偏光ビームスプリッタを使用した光ピックアップシステムの構成を、図 1 5 および図 1 6 にしたがって説明する。

図 1 5 において、2波長レーザー光源 1 から発したビームは、偏光ビームスプリッタ 2 によって反射され、コリメータレンズ 3、固定ミラー 4 および対物レンズ 5 を経てディスク（DVDまたはCD）6 に至る。偏光ビームスプリッタ 2 とコリメータレンズ 3 との間には、図示しない1/4波長板が設けられる。ディスク 6 で反射されたビームは、対物レンズ 5、固定ミラー 4、コリメータレンズ 3 および1/4波長板を經由

して偏光ビームスプリッタ 2 に戻る。ビームは戻るまで $1/4$ 波長板を 2 回通過しているので位相が 90 度変化する。このビームは、偏光ビームスプリッタ 2 を通過し、集光レンズ 7 を経てフォトダイオード 8 によって検出される。

5 偏光ビームスプリッタ 2 として、数値実施例 1 の 2 層三角形状格子を使用している場合について説明する。DVD 用波長の光は、2 波長レーザー光源 1 から偏光ビームスプリッタ 2 に TE 偏光の状態に入射される。したがって、偏光ビームスプリッタ 2 で反射される（図 5 の左の図）。戻った光は、TM 偏光の状態であるので、偏光ビームスプリッタ 2 を透過する（図 5 の左の図）。他方、CD 用波長の光は、レーザー光源 1 から偏光ビームスプリッタ 2 に TM 偏光の状態に入射される。したがって、偏光ビームスプリッタ 2 で反射される（図 5 の右の図）。戻った光は、TE 偏光の状態であるので、偏光ビームスプリッタ 2 を透過する（図 5 の右の図）。

15 偏光ビームスプリッタ 2 として、数値実施例 2 の 2 層三角形状格子を使用している場合について説明する。DVD 用波長の光は、2 波長レーザー光源 1 から偏光ビームスプリッタ 2 に TE 偏光の状態に入射される。したがって、偏光ビームスプリッタ 2 で反射される（図 8 の左の図）。戻った光は、TM 偏光の状態であるので、偏光ビームスプリッタ 2 を透過する（図 8 の左の図）。他方、CD 用波長の光も、レーザー光源 1 から偏光ビームスプリッタ 2 に TE 偏光の状態に入射される。したがって、偏光ビームスプリッタ 2 で反射される（図 8 の右の図）。戻った光は、TM 偏光の状態であるので、偏光ビームスプリッタ 2 を透過する（図 8 の右の図）。

25 図 16 において、DVD 波長レーザー光源 9 から発したビームは、偏光ビームスプリッタ 10 によって反射され、コリメータレンズ 13、固定ミラー 14 および対物レンズ 15 を経てディスク（DVD または CD）16 に至る。偏光ビームスプリッタ 10 とコリメータレンズ 13 との間には、図示しない $1/4$ 波長板が設けられる。ディスク 16 で反射されたビームは、対物レンズ 15、固定ミラー 14、コリメータレンズ 13 および $1/4$ 波長板を経由して偏光ビームスプリッタ 10 に戻る。ビームは戻るまで $1/4$ 波長板を 2 回通過しているので位相が 90 度変化する。このビームは、偏光ビームスプリッタ 10 を通過し、偏光ビームスプリッタ 12 を通過し、集光レンズ 17 を経てフォトダイオード 18 によって検出される。

35 一方、CD 波長レーザー光源 11 から発したビームは、偏光ビームスプリッタ 12 によって反射され、偏光ビームスプリッタ 10 を透過し、

コリメータレンズ 13、固定ミラー 14 および対物レンズ 15 を経てディスク（DVD または CD） 16 に至る。偏光ビームスプリッタ 10 とコリメータレンズ 13 との間には、図示しない 1/4 波長板が設けられる。ディスク 16 で反射されたビームは、対物レンズ 15、固定ミラー 14、コリメータレンズ 13 および 1/4 波長板を経由して偏光ビームスプリッタ 10 に戻る。ビームは戻るまで 1/4 波長板を 2 回通過しているため位相が 90 度変化する。このビームは、偏光ビームスプリッタ 10 を通過し、偏光ビームスプリッタ 12 を通過し、集光レンズ 17 を経てフォトダイオード 18 によって検出される。

- 10 偏光ビームスプリッタ 10 として、数値実施例 3 の 2 層矩形状格子を使用する場合について説明する。DVD 用波長の光は、DVD 波長レーザー光源 9 から偏光ビームスプリッタ 10 に TE 偏光の状態に入射される。したがって、偏光ビームスプリッタ 10 で反射される（図 12 の左の図）。戻った光は、TM 偏光の状態であるので、偏光ビームスプリッタ 2
- 15 を透過する（図 12 の左の図）。他方、CD 用波長の光は、レーザー光源 11 から偏光ビームスプリッタ 12 に TM 偏光の状態に入射される。したがって、偏光ビームスプリッタ 12 で反射され、偏光ビームスプリッタ 10 に入射され透過する（図 12 の右の図）。戻った光は、TE 偏光の状態であるので、偏光ビームスプリッタ 10 を透過し（図 12 の右の
- 20 図）、偏光ビームスプリッタ 12 に入射され透過する。

請求の範囲

1. 偏光素子であって、基板に断面が矩形状の、一定周期 Λ の格子パターンを形成し、当該格子パターン上に基板に比べて屈折率の高い膜を付着させた2層構造からなり、波長を λ 、格子面に対する入射角度を、 θ_0 として $\Lambda \cos \theta_0 < \lambda$ であり、TE偏光の0次回折光の反射効率が所定の値以上であり、TM偏光の0次回折光の透過効率が所定の値以上であるように格子周期、格子高さおよび膜厚を定めた偏光素子。
2. 所定の値が、0.8である請求項1に記載の偏光素子。
3. 偏光素子であって、基板に断面が三角形状の、一定周期 Λ の格子パターンを形成し、当該格子パターン上に基板に比べて屈折率の高い膜を付着させた2層構造からなり、波長を λ 、格子面に対する入射角度を、 θ_0 として $\Lambda \cos \theta_0 < \lambda$ であり、TE偏光およびTM偏光の一方の0次回折光の反射効率が所定の値以上であり、TE偏光およびTM偏光の他方の0次回折光の透過効率が所定の値以上であるように格子周期、格子高さおよび膜厚を定めた偏光素子。
4. 所定の値が、0.7である請求項3に記載の偏光素子。
5. 偏光素子であって、基板に断面が三角形状の、一定周期 Λ の格子パターンを形成し、当該格子パターン上に基板に比べて屈折率の高い膜を付着させた2層構造からなり、第1の波長 λ_1 および第2の波長 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ の関係を満たす場合に、格子面に対する入射角度を、 θ_0 として $\Lambda \cos \theta_0 < \lambda_1$ であり、第1の波長 λ_1 に対して、TE偏光の0次回折光の反射効率が所定の値以上であり、TM偏光の0次回折光の透過効率が所定の値以上であり、第2の波長 λ_2 に対して、TE偏光の0次回折光の透過効率が所定の値以上であり、TM偏光の0次回折光の反射効率が所定の値以上であるように格子周期、格子高さおよび膜厚を定めた偏光素子。
6. 所定の値が、0.7である請求項5に記載の偏光素子。
7. 偏光素子であって、基板に断面が三角形状の、一定周期 Λ の格子パターンを形成し、当該格子パターン上に基板に比べて屈折率の高い膜を付着させた2層構造からなり、第1の波長 λ_1 および第2の波長 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ の関係を満たす場合に、格子面に対する入射角度を、 θ_0 とし

て $\Lambda \cos \theta_0 < \lambda_1$ であり、第 1 の波長 λ_1 に対して、TE 偏光の 0 次回折光の反射効率が所定の値以上であり、TM 偏光の 0 次回折光の透過効率が所定の値以上であり、第 2 の波長 λ_2 に対して、TE 偏光の 0 次回折光の反射効率が所定の値以上であり、TM 偏光の 0 次回折光の透過効率が所定の値以上であるように格子周期、格子高さおよび膜厚を定めた偏光素子。

8. 所定の値が、0.7 である請求項 7 に記載の偏光素子。

9. 基板が合成樹脂から構成される請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の偏光素子。

10. 基板がアクリルまたはポリオレフィンなどの透明樹脂から構成される請求項 9 に記載の偏光素子。

11. 基板の格子パターンが金型からの転写によって形成される請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の偏光素子。

12. 膜が蒸着膜である請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の偏光素子。

13. 蒸着膜が TiO_2 など基板の屈折率より高い屈折率の材料からなる請求項 12 に記載の偏光素子。

14. 蒸着膜の厚みが 0.3 マイクロメートルよりも小さい請求項 12 または 13 に記載の偏光素子。

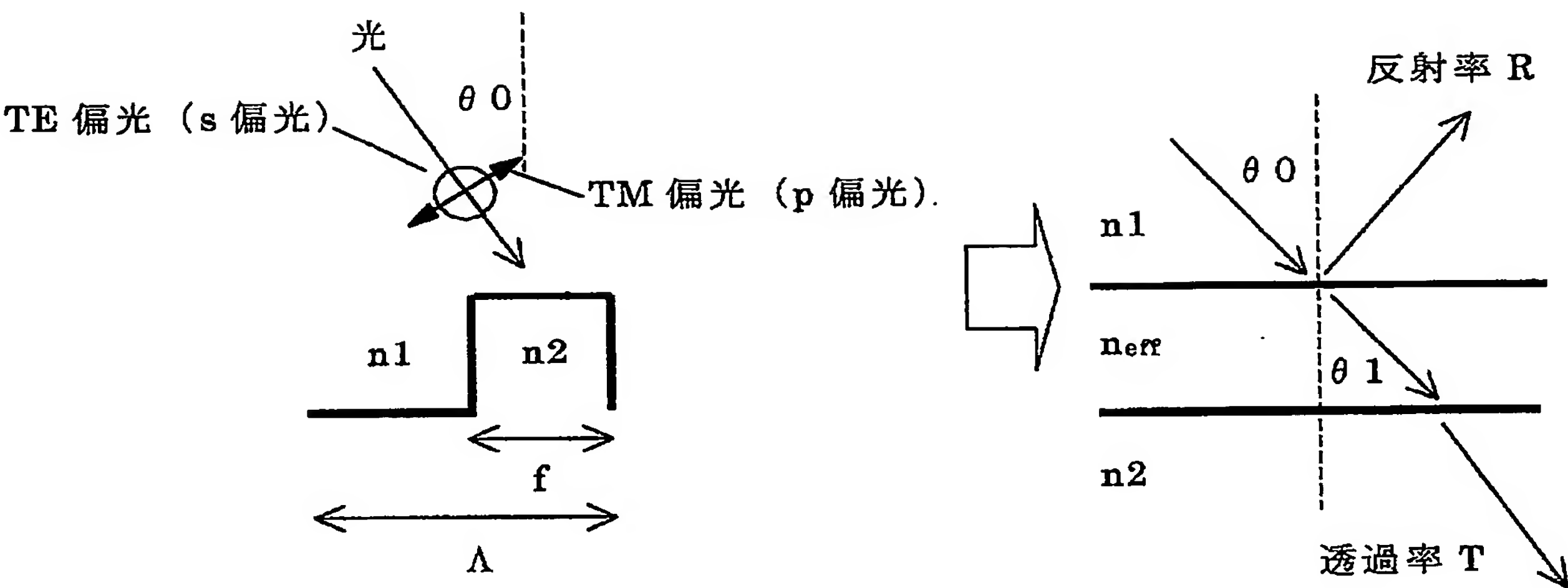
15. 格子高さが格子周期よりも小さい請求項 1 から 14 のいずれか一項に記載の偏光素子。

16. 第 1 の波長がデジタルバーサタルドиск用波長で有り、第 2 の波長がコンパクト・ディスク用波長である請求項 5 から 8 のいずれか一項に記載の偏光素子。

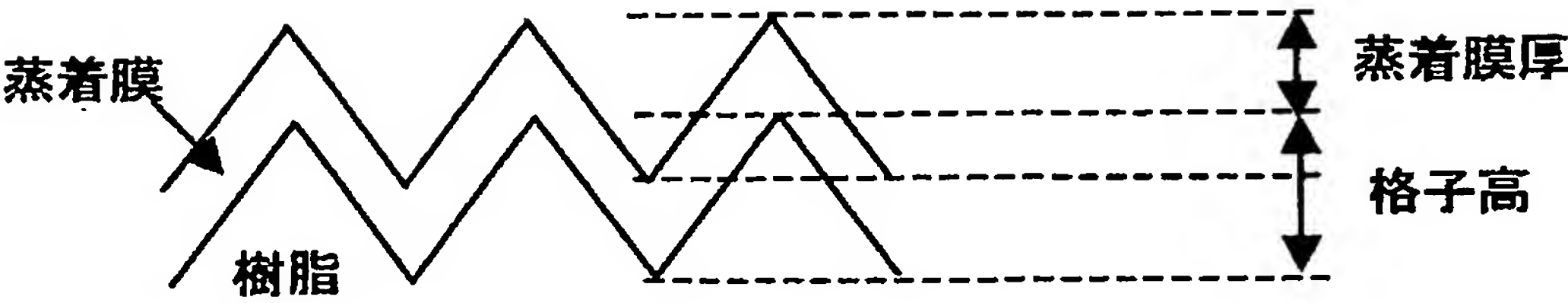
17. 第 1 の波長の光源と、第 2 の波長の光源と、請求項 1 から 8 のいずれか 1 項の偏光素子とを含む光学系であって、偏光素子は、いずれかの波長の光源からの光を、ディスクに到達するように反射させ、ディスクに反射された戻りの光を透過させるように構成された、光学系。

18. 第1の波長の光源と、第2の波長の光源と、請求項5から8のいずれか1項の偏光素子とを含む光学系であって、偏光素子は、第1および第2の波長の光源からの光を、ディスクに到達するように反射させ、
5 ディスクに反射された戻りの光を透過させるように構成された、光学系。

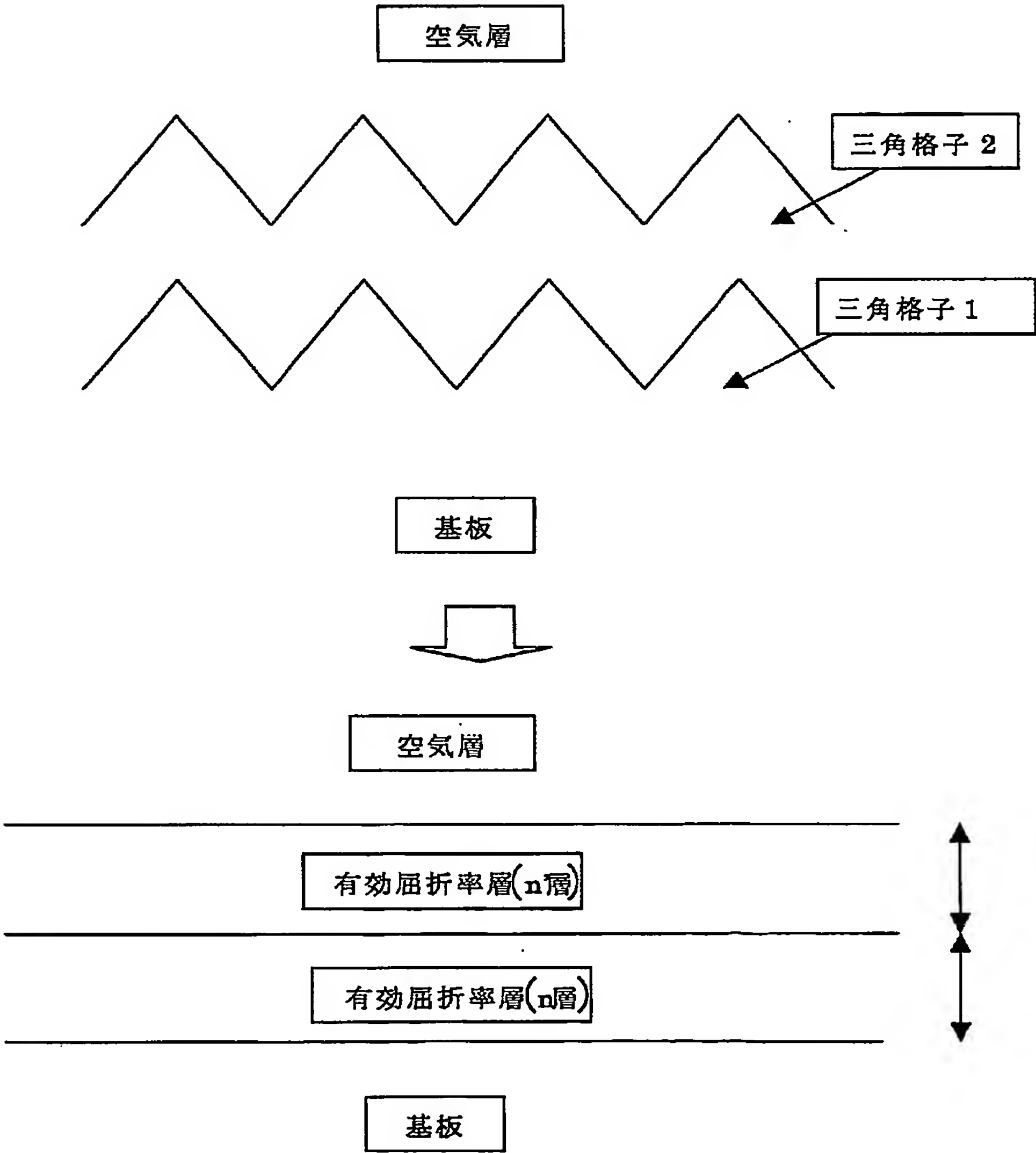
第 1 図



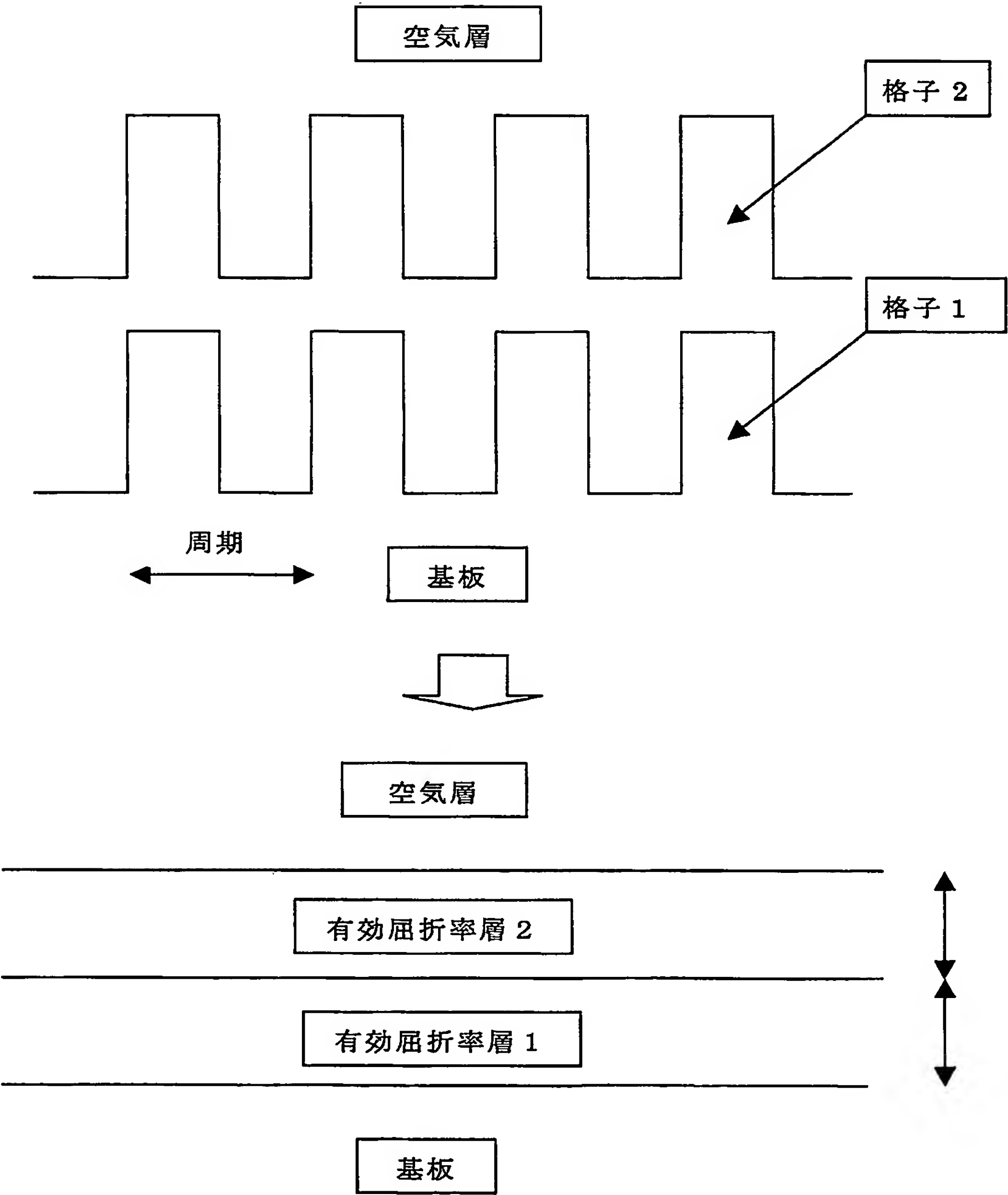
第 2 図



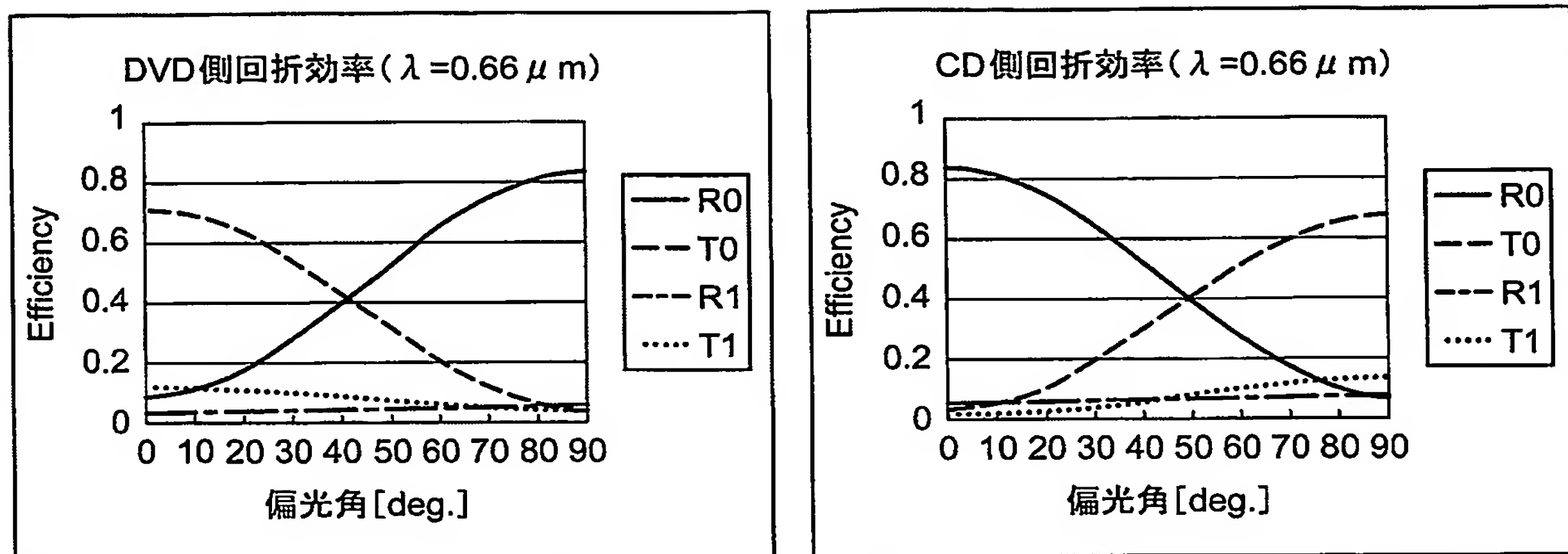
第 3 図



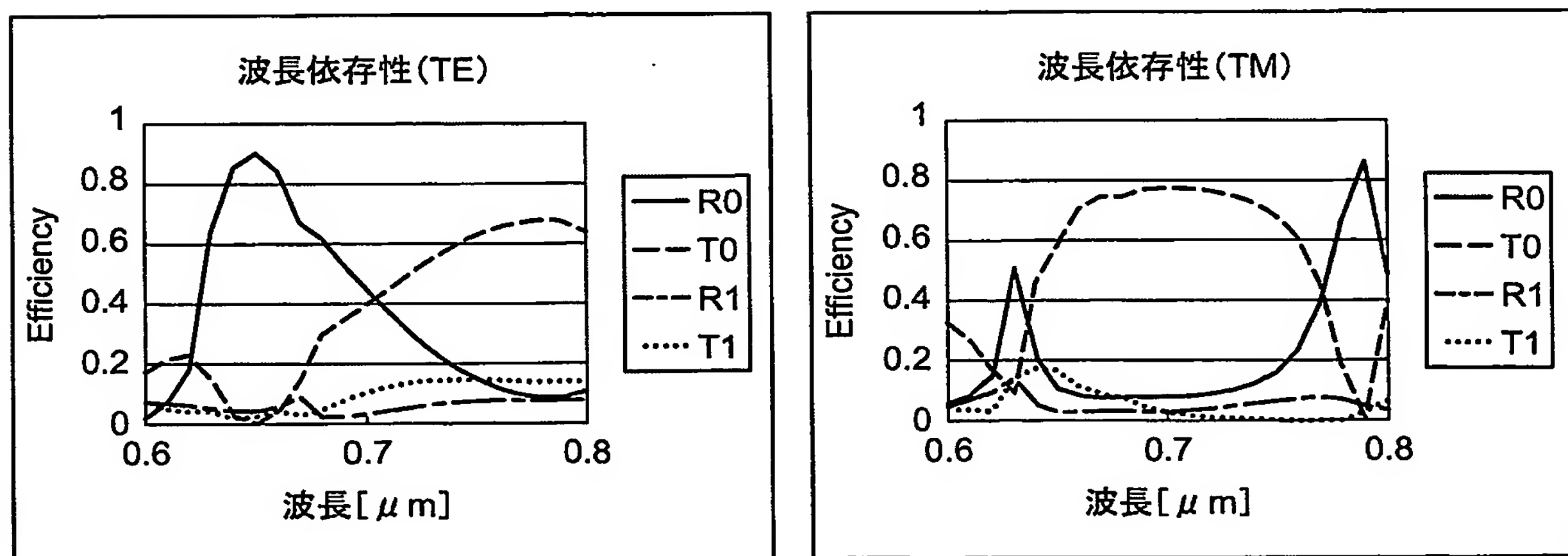
第 4 図



第5図

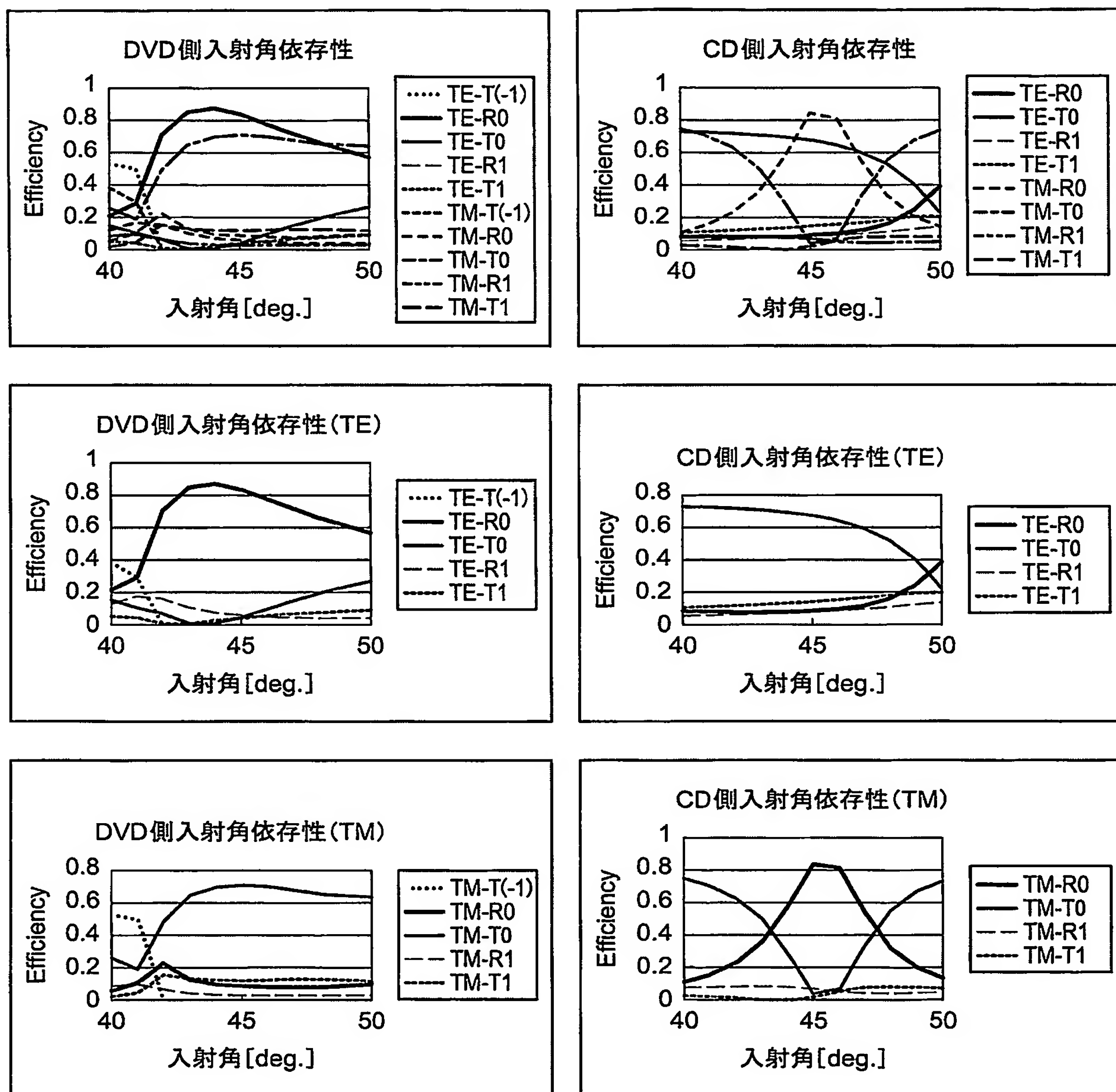


第6図



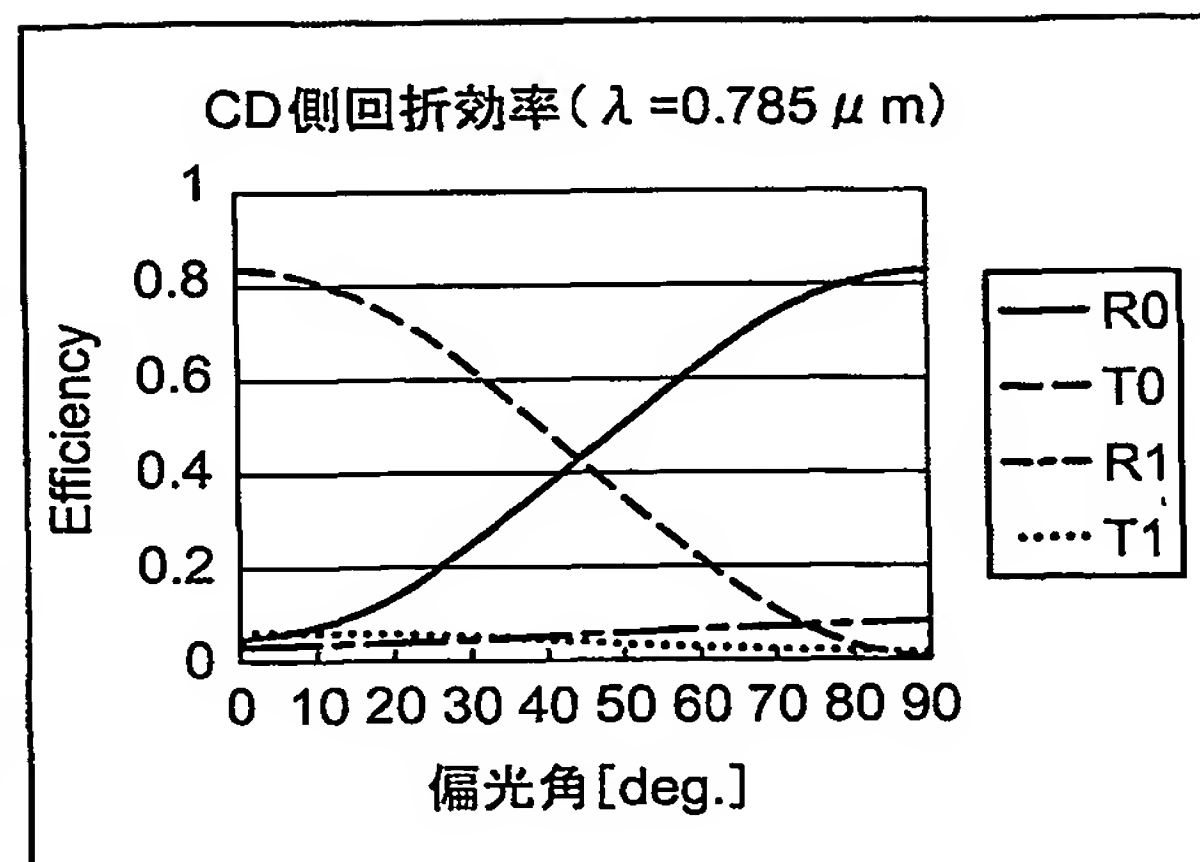
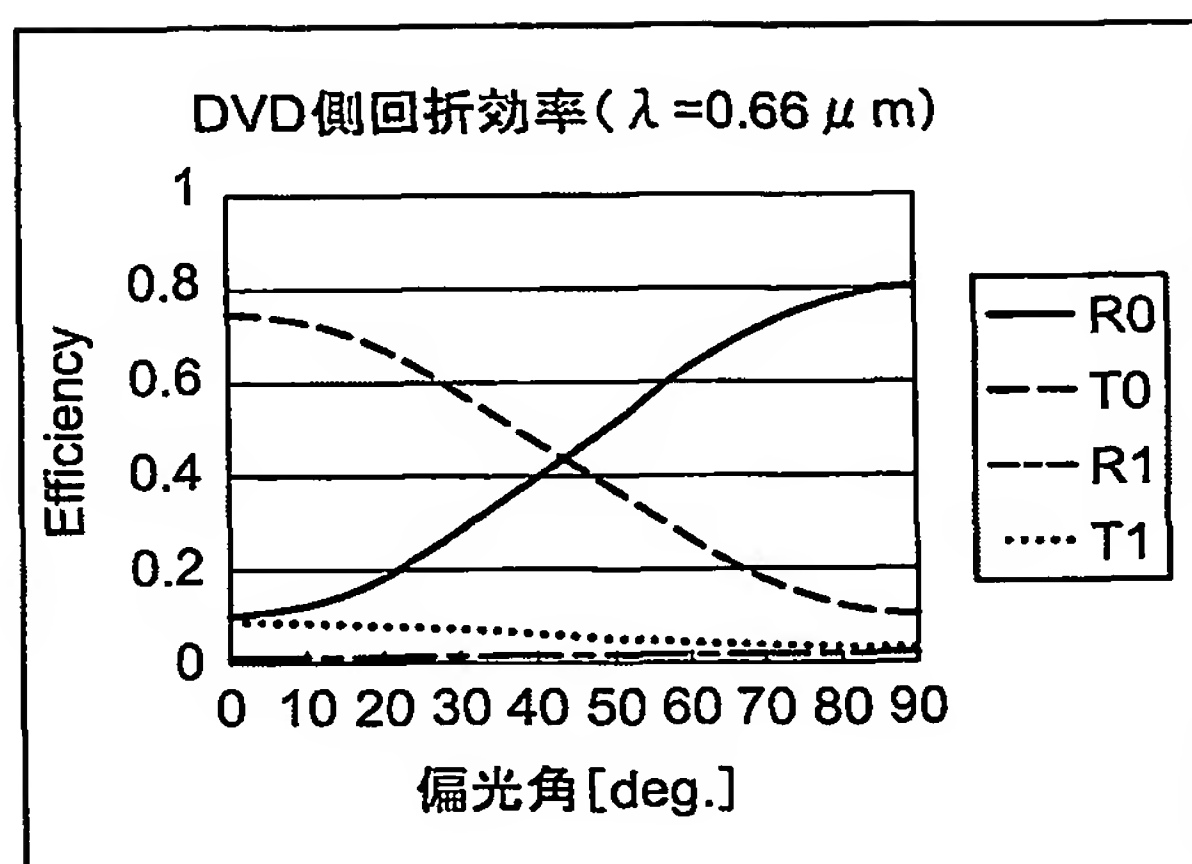
5/11

第7図

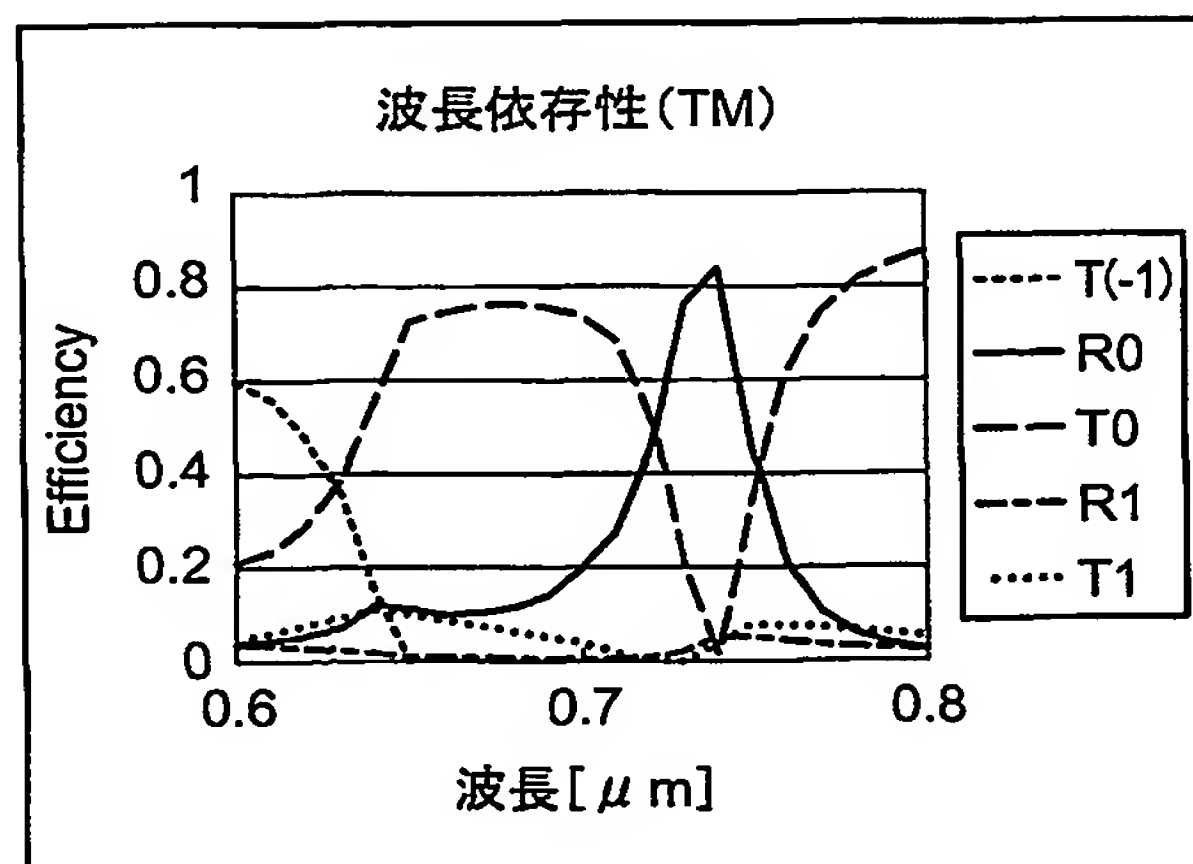
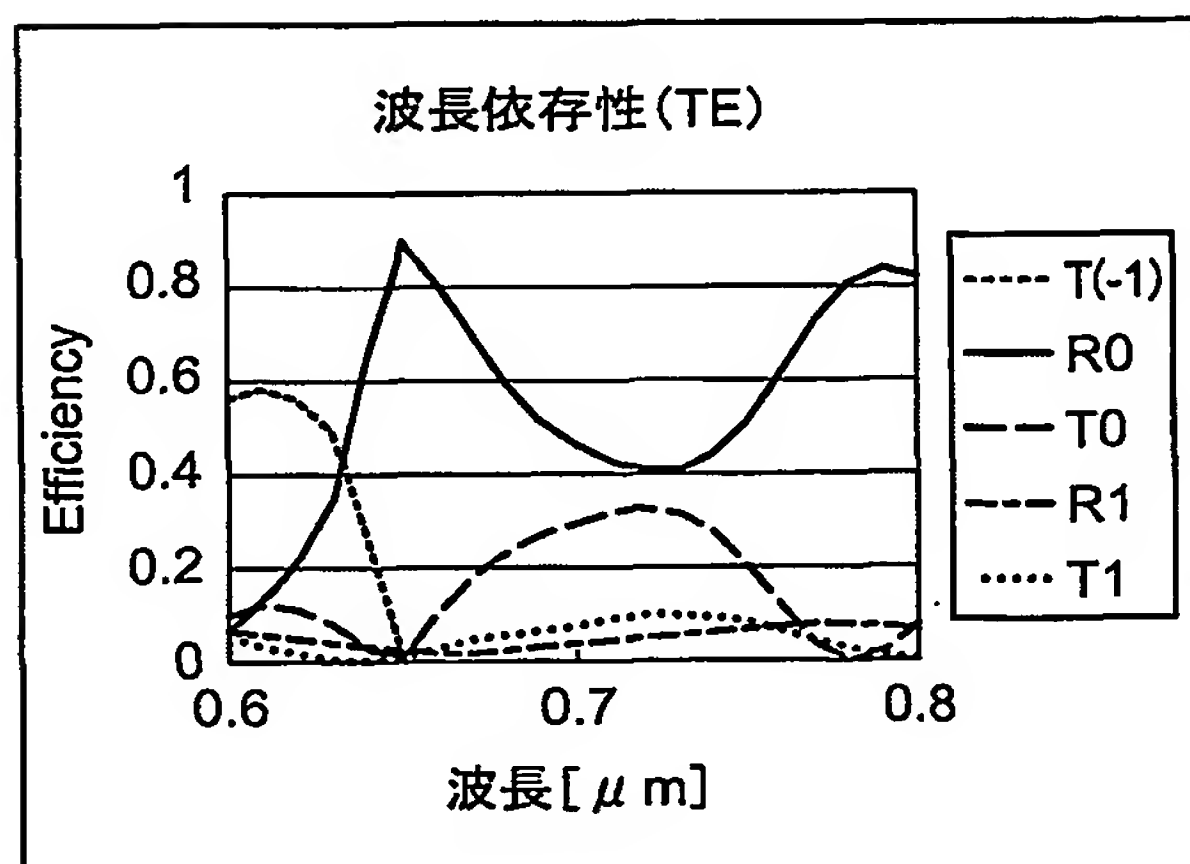


6/11

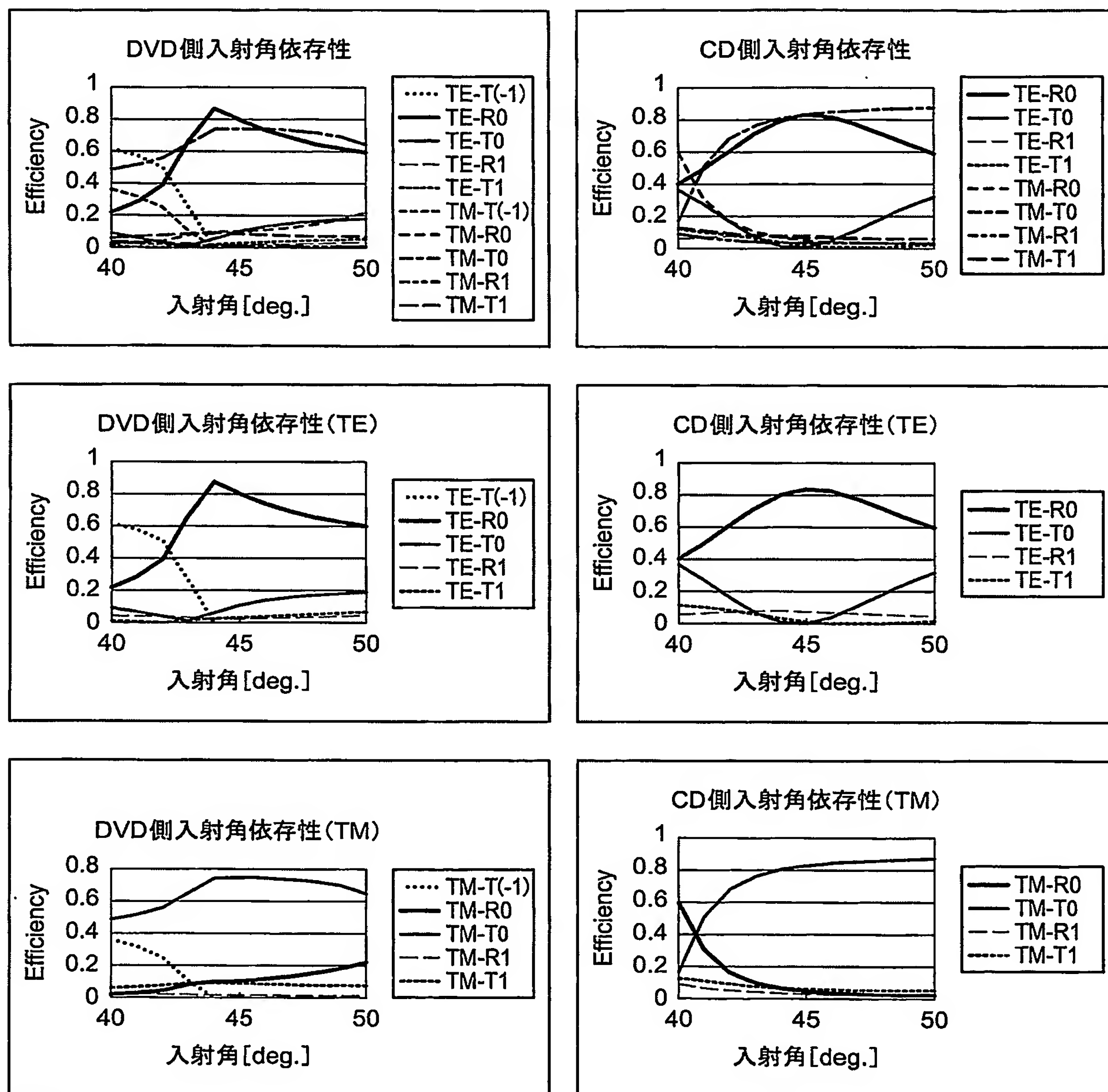
第8図



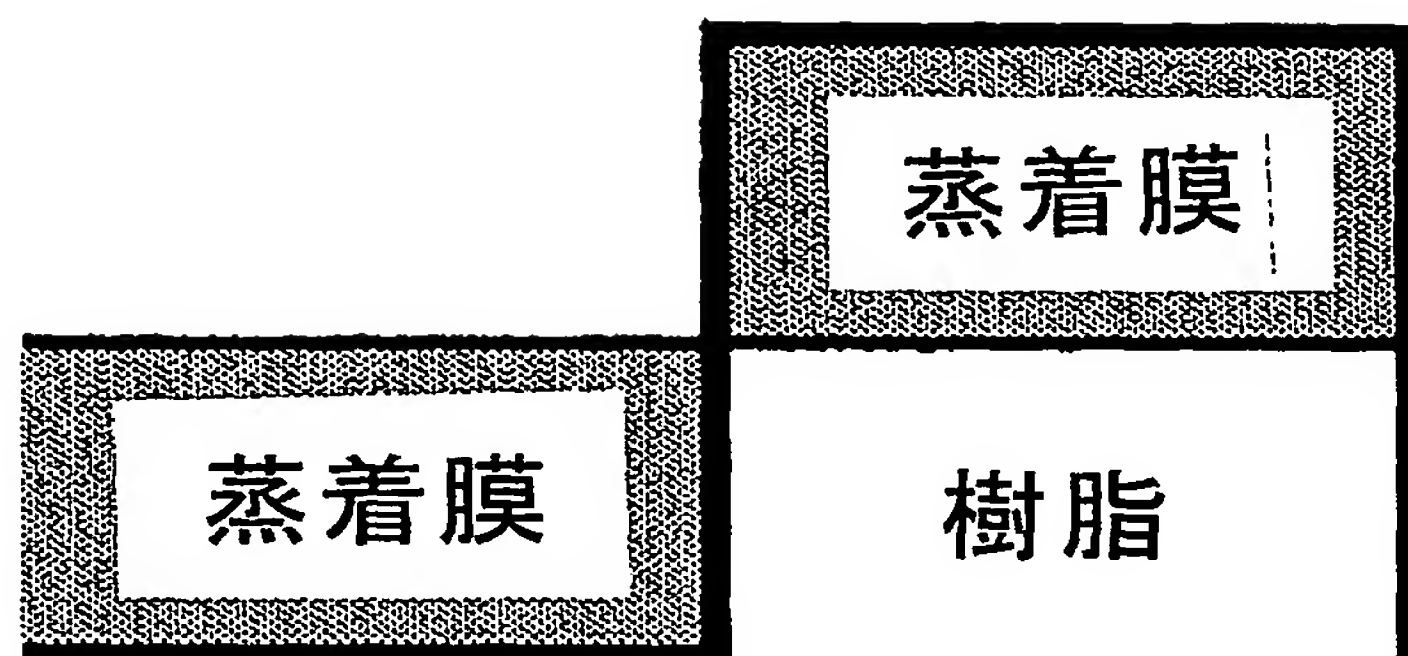
第9図



第10図

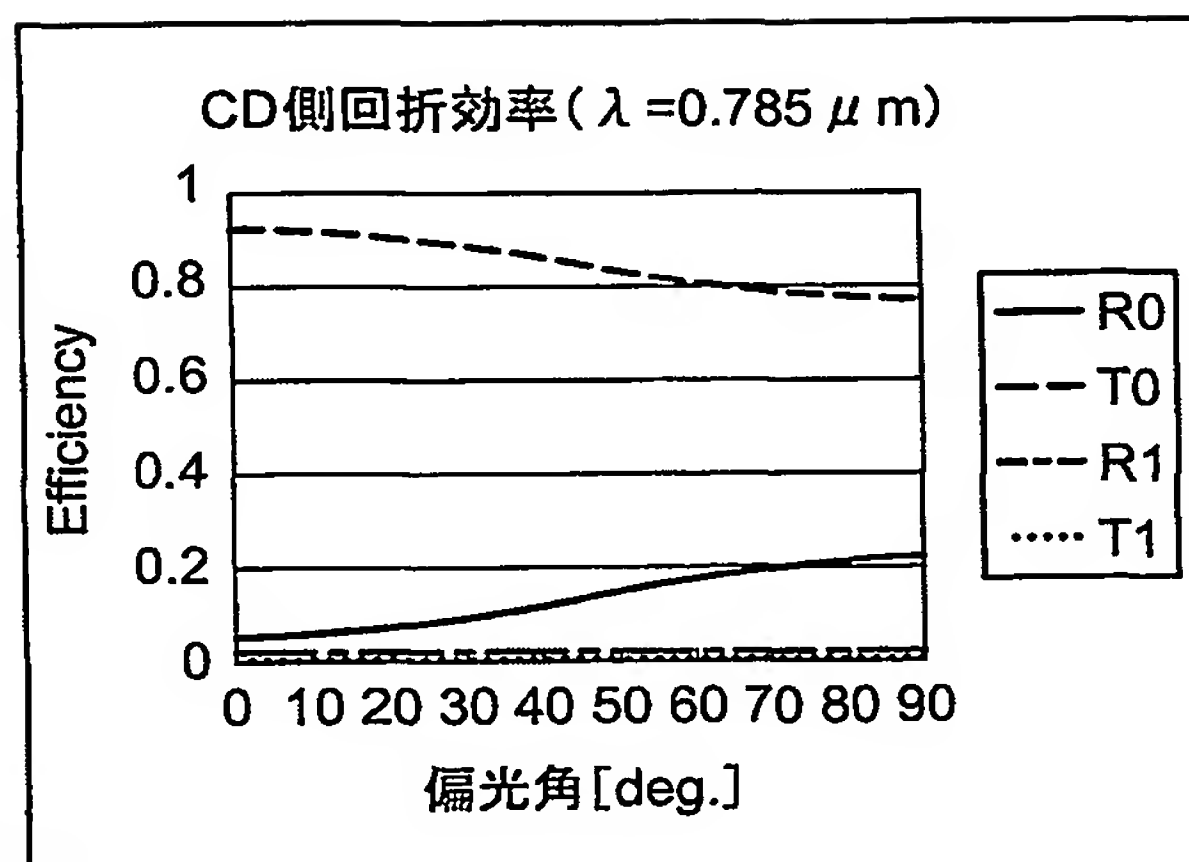
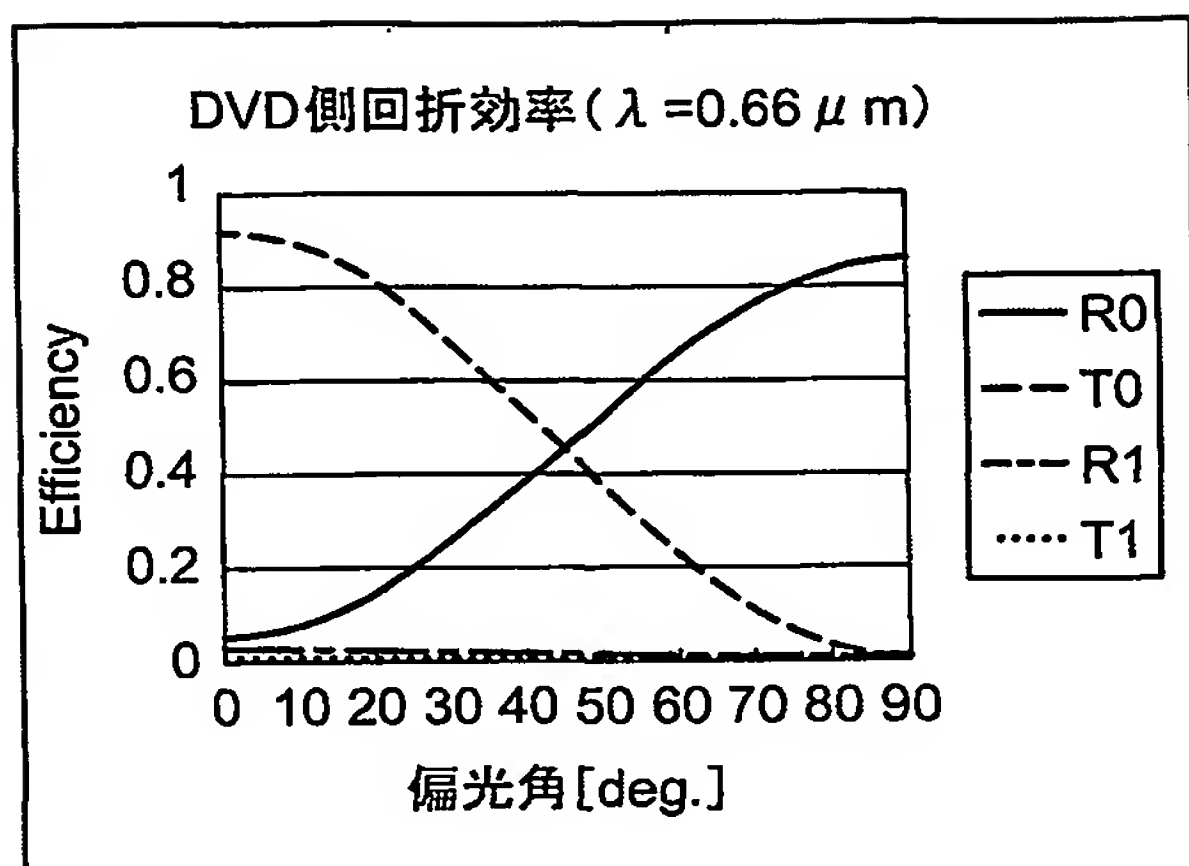


第 1 1 図

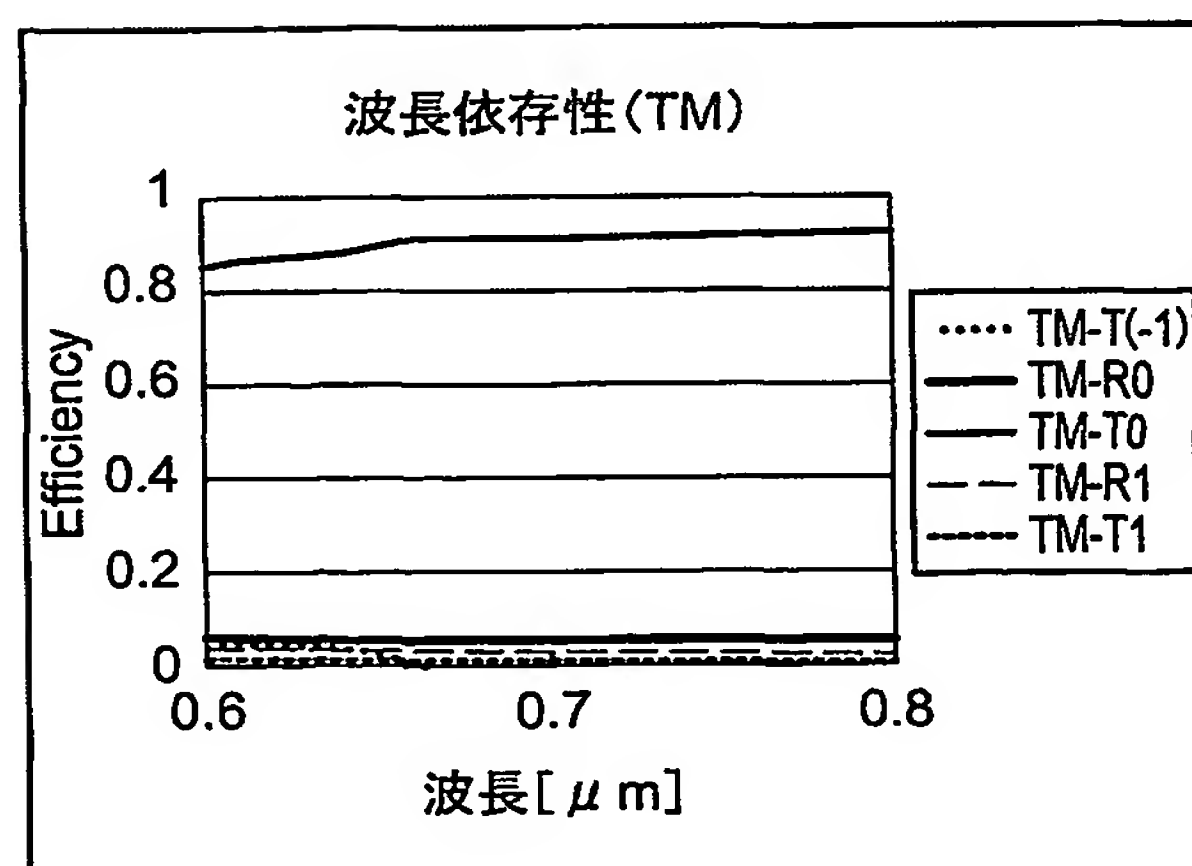
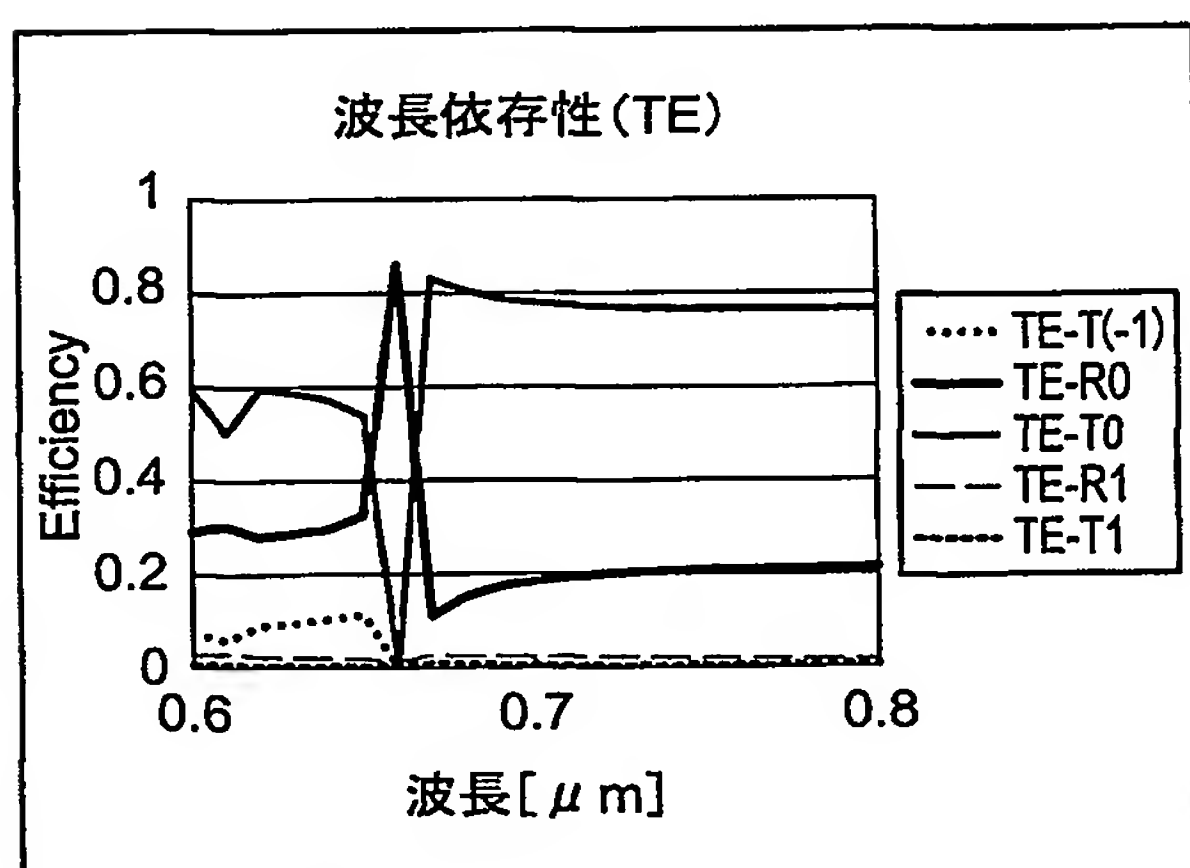


9/11

第 1 2 図

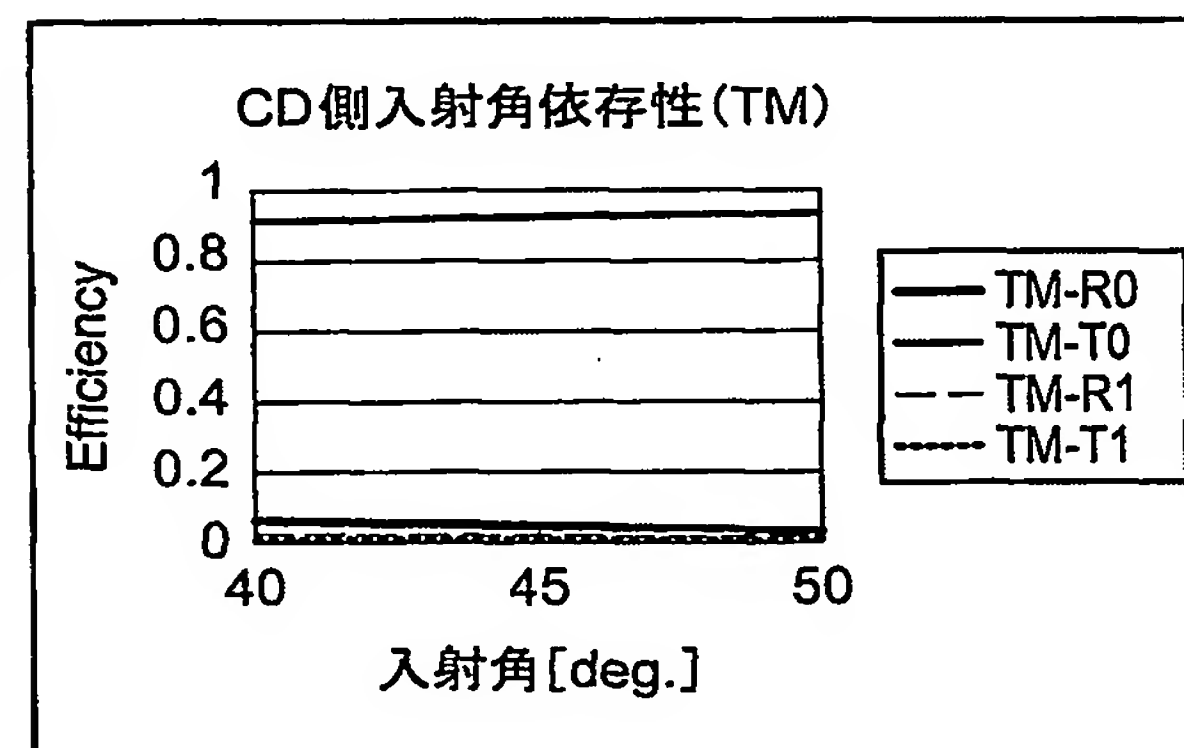
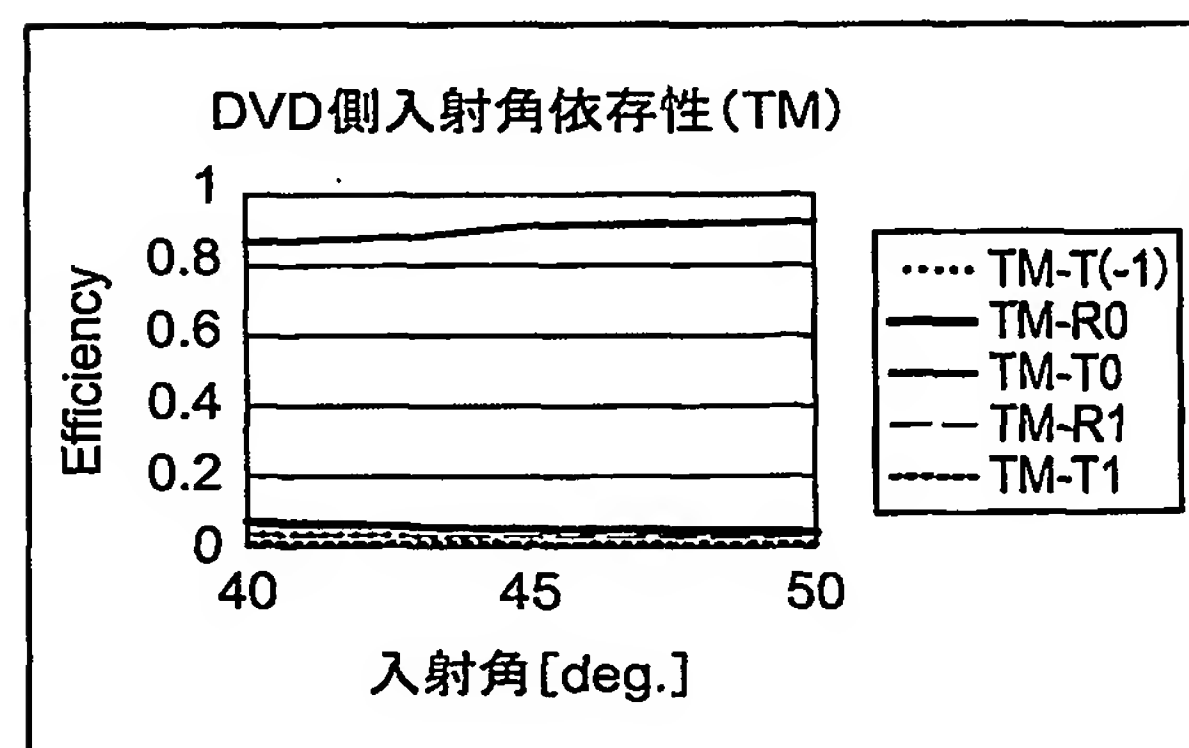
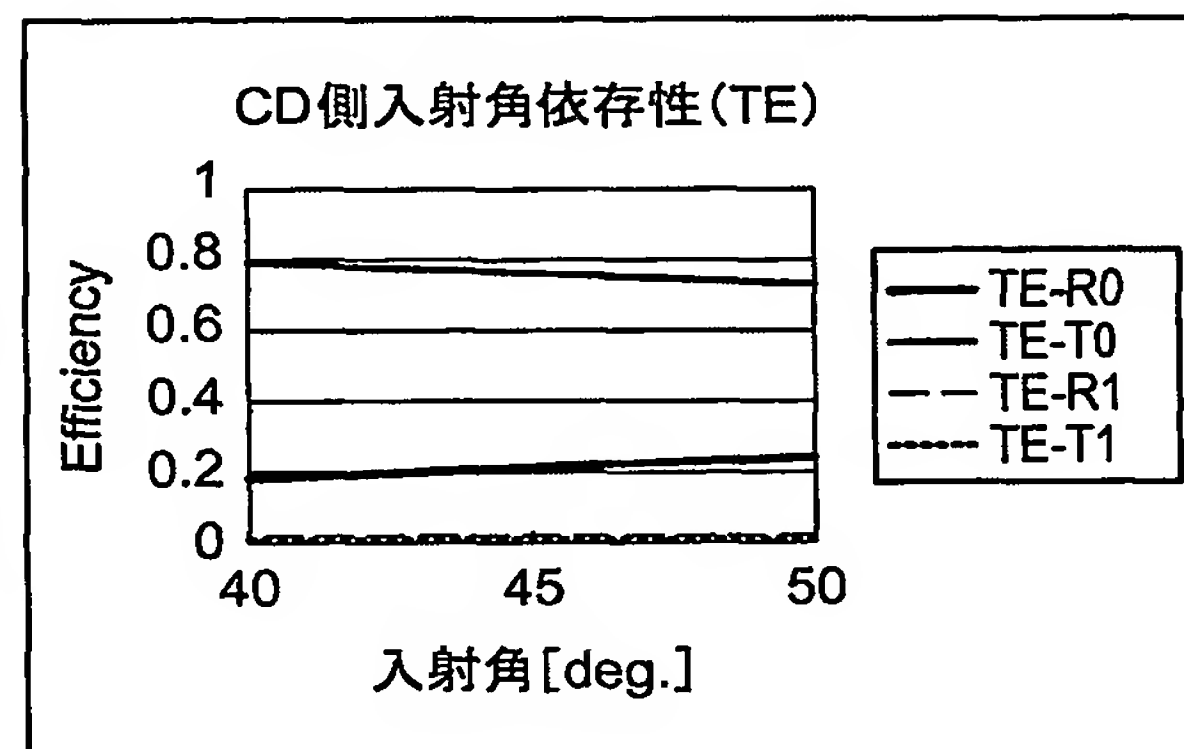
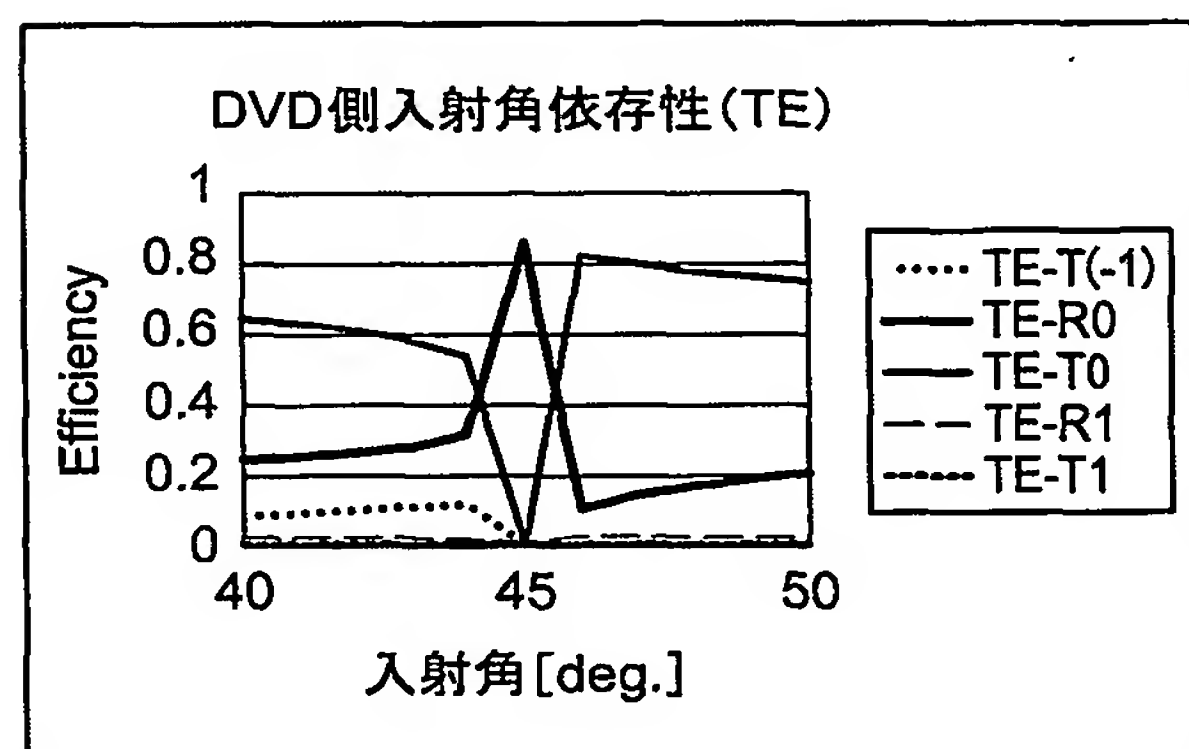
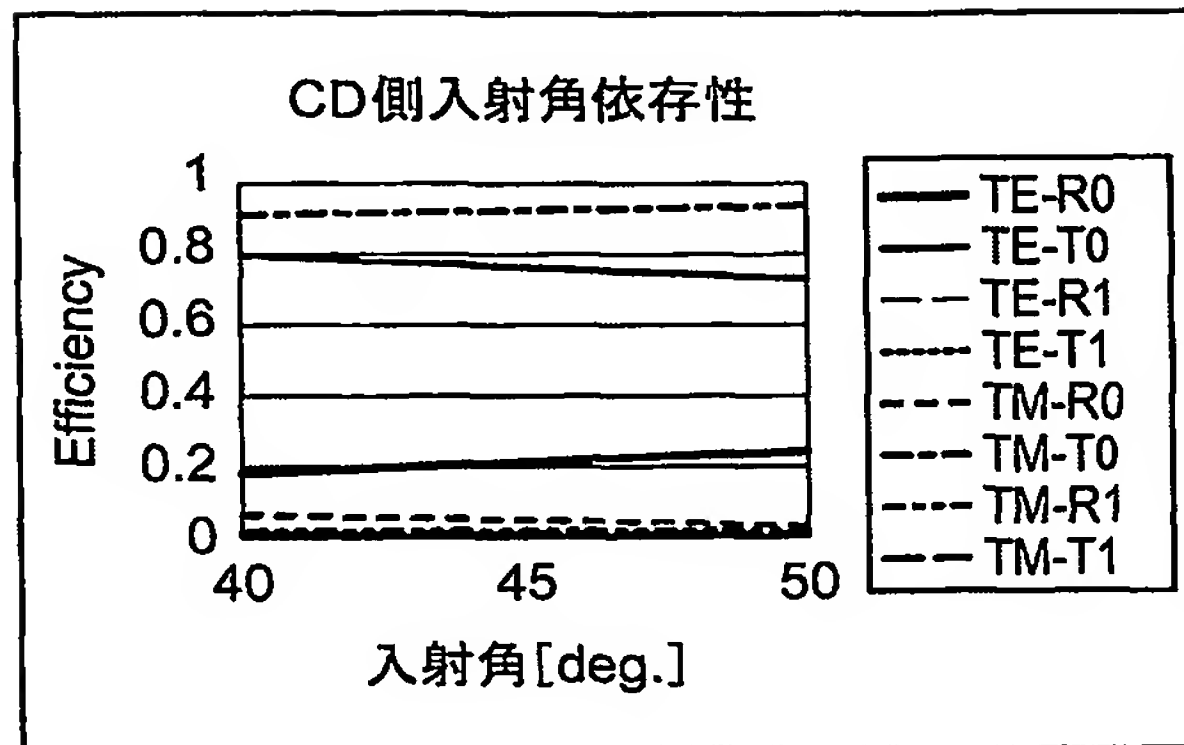
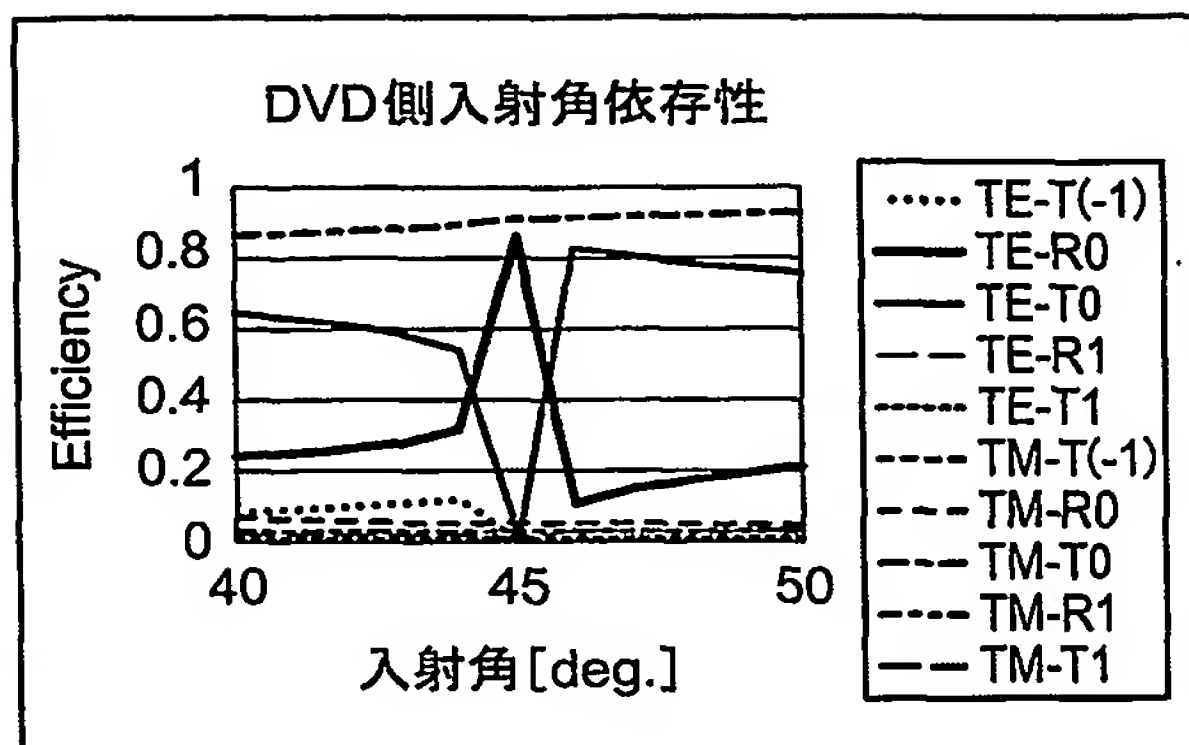


第 1 3 図

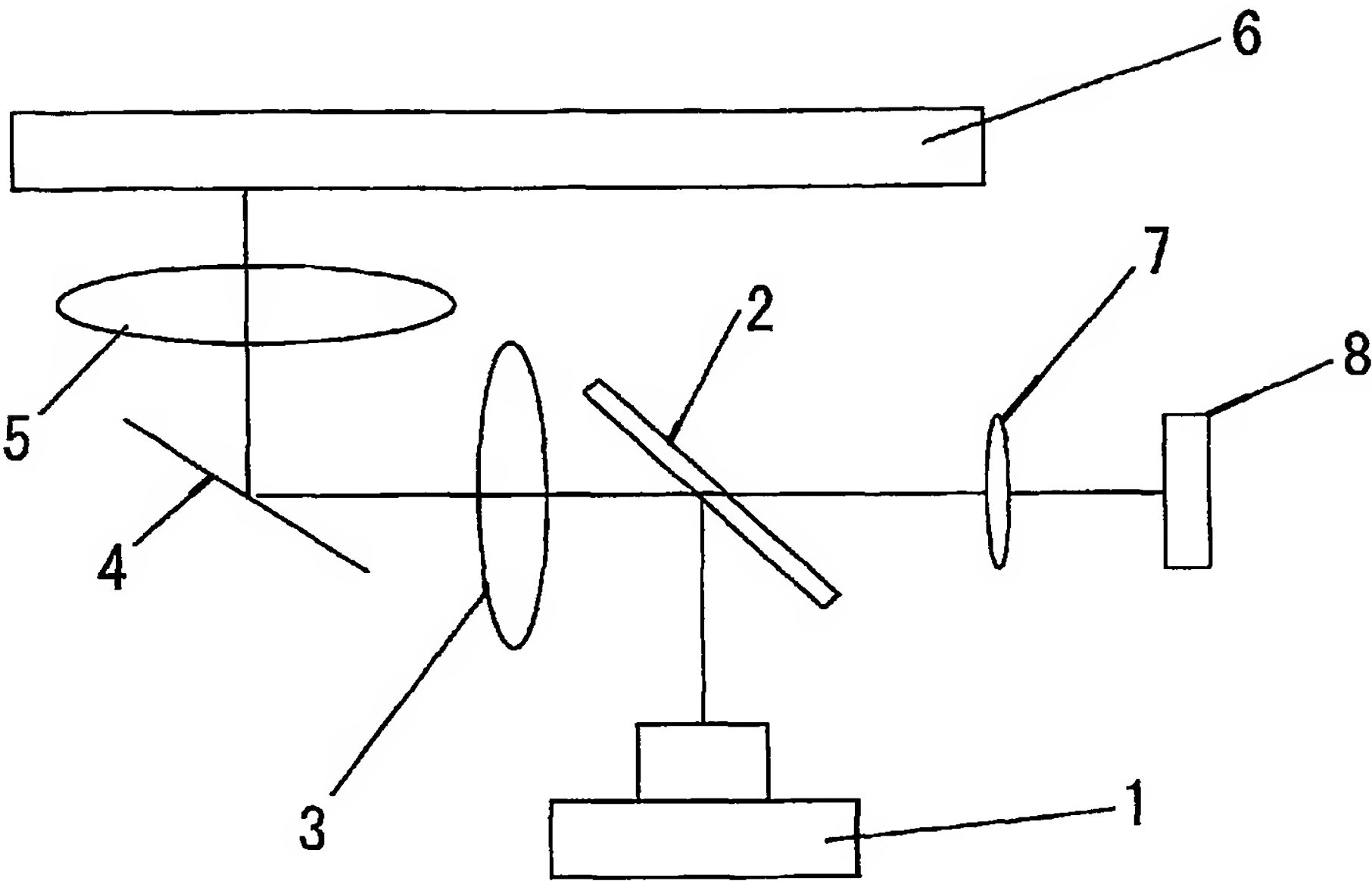


10/11

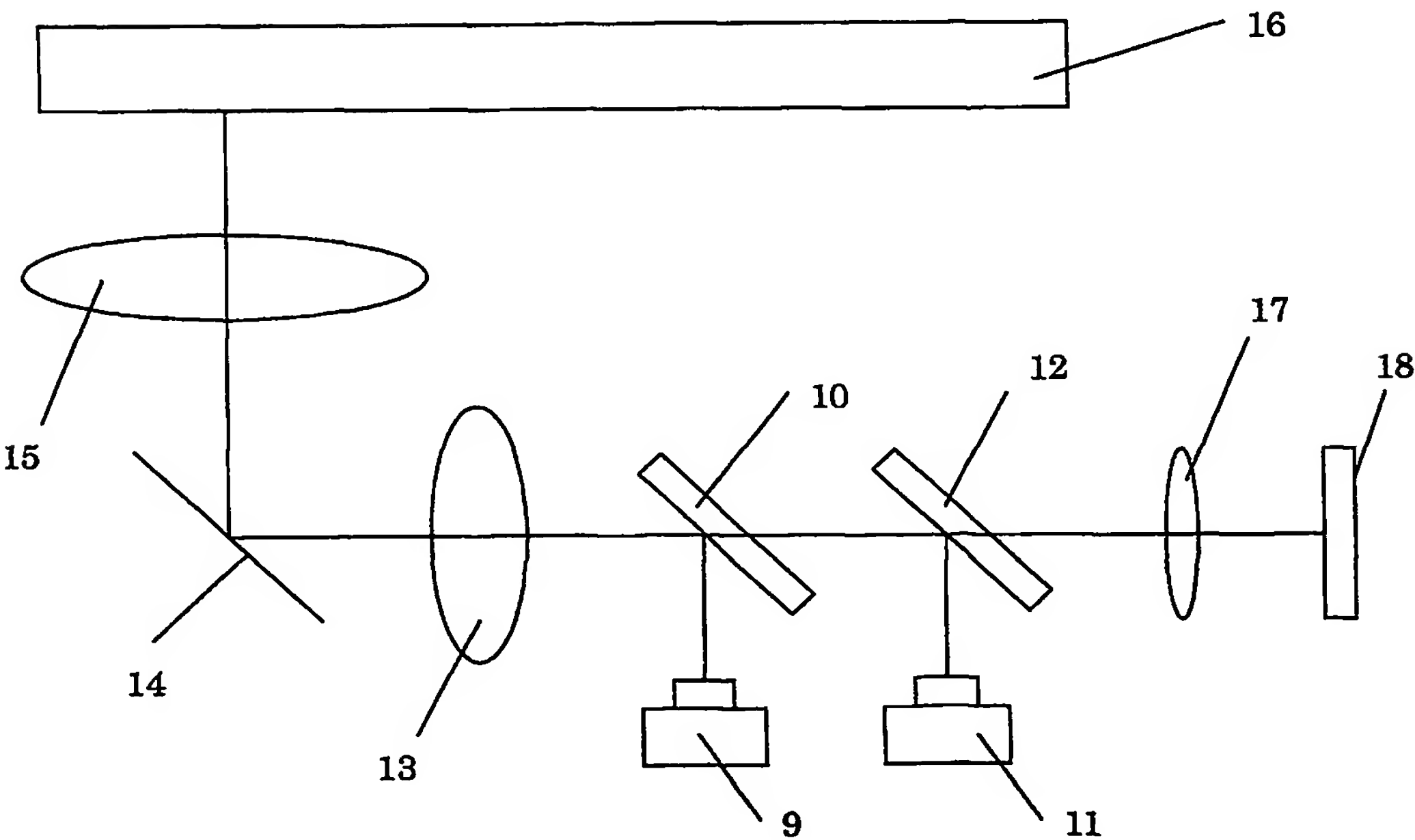
第14図



第 1 5 図



第 1 6 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014991

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G02B5/30, G11B7/135

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G02B5/30, G11B7/135

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-540446 A (MEMS OPTICAL, INC.), 26 November, 2002 (26.11.02), Full text; all drawings & WO 00/57215 A1 & EP 1090315 A1 & US 6426837 B1	1-18
A	JP 2002-258034 A (Japan Science and Technology Corp.), 11 September, 2002 (11.09.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2002-182003 A (Canon Inc.), 26 June, 2002 (26.06.02), Full text; all drawings & US 2002/89750 A1	1-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 December, 2004 (22.12.04)

Date of mailing of the international search report
11 January, 2005 (11.01.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014991

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2004-252130 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 09 September, 2004 (09.09.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-4, 9-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B5/30, G11B7/135

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B5/30, G11B7/135

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2002-540446 A (エムイーエムエス・オプティカル・インコーポレイテッド) 2002. 11. 26, 全文, 全図 & WO 00/57215 A1 & EP 1090315 A1 & US 6426837 B1	1-18
A	J P 2002-258034 A (化学技術振興事業団) 2002. 09. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-18

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 12. 2004

国際調査報告の発送日

11. 1. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山村 浩

2V

9219

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (2004年1月)